

1. Строительство и эксплуатация бессточных систем промышленного водоснабжения / В.Д.Семенюк, И.Г.Рода, В.Н.Евстратов и др. – К.: Будівельник, 1981. – 176 с.

2. Брык М.Т. и др. Мембранная технология в пищевой промышленности. – К.: Урожай, 1991. – 224 с.

Получено 31.10.2006

УДК 628.087.157

Г.И.БЛАГОДАРНАЯ, канд. техн. наук, С.С.ДУШКИН

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ – МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ГЕТЕРОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Рассматриваются природные воды как многокомпонентные гетерогенные системы. Приводятся результаты исследований влияния магнитно-электрической активации раствора сульфата алюминия на электрокинетический потенциал золя гидроксида алюминия.

Природная вода представляет собой многокомпонентную динамическую систему, в состав которой входят газы, минеральные и органические вещества, находящиеся в истинно растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях, а также микроорганизмы. В виде ионов, недиссоциированных молекул, коллоидов и взвесей в природных водах содержатся свыше 50 элементов, однако только некоторые из них, наиболее важные, обычно встречаются в значительных количествах.

Анализ исследований, выполненных Н.И.Куликовым, А.Я.Наймановым, Н.П.Омельченко [1, 2] и др., показывает, что природные воды характеризуются: 1) содержанием грубодисперсных примесей (частиц песка, лесса, глинистых веществ др.), определяющих их прозрачность или мутность; 2) присутствием окрашенных органических веществ (в основном растворенных гуминовых соединений), обуславливающих их цветность; 3) наличием вкуса и запаха; вкус в большинстве случаев зависит от состава и количества растворенных солей, часто также от содержания органических примесей; запах может быть природного или промышленного происхождения; 4) присутствием легко окисляющихся примесей, в зависимости от применяемого окислителя различают перманганатную и бихроматную окисляемость; 5) щелочность, которая определяется как сумма эквивалентных концентраций анионов слабых кислот (в основном HCO_3^- , CO_3^{2-} , гуматов и др.); 6) жесткостью, которая равна сумме эквивалентных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в воде; 7) сухим остатком – условным показателем, определяющим содержание растворенных и коллоидных примесей, остающихся при выпаривании воды; 8) общим солесодержанием – суммарной кон-

центрации растворенных в природной воде минеральных солей, рассчитанной по результатам отдельных определений; 9) присутствием бактериальных загрязнений и отдельно патогенных микробов; 10) наличием биологических загрязнений – различного вида водорослей. Исследования, проведенные в Институте коллоидной химии и химии воды Академии наук Украины, показали, что в технологии водоочистки определяющее значение имеет не химическая природа каждого находящегося в воде вещества, а физико-химическое состояние, в котором оно находится в водной среде [1].

Микронаселение водных объектов, его численность и видовое разнообразие определяются, прежде всего, степенью загрязненности воды, т.е. наличием в ней органических веществ. Гидробионты – обитатели водной среды – относятся к различным систематическим группам. В природных водоемах могут развиваться водоросли, бактерии, простейшие, грибы. Для глубоко залегающих артезианских вод, благодаря защищенности водоносных слоев, обычно характерно почти полное отсутствие микроорганизмов.

Воды открытых водоемов отличаются разнообразием и непостоянством химического состава и микробного населения. Численность последнего зависит от ряда причин: заселенности прибрежных районов, количество атмосферных осадков, времени года и т.д., поскольку они обуславливают характер и степень загрязненности водоема. Особенно много микроорганизмов в водных источниках вблизи крупных городов. Значительно возрастает число бактерий в водоемах после дождя и в период весеннего половодья. В зимний период численность гидробионтов резко уменьшается.

Факторы окружающей среды, влияющие на деятельность микроорганизмов, подразделяют на три категории: физические, химические, биологические.

Физические факторы. К важнейшим физическим факторам, обуславливающим активность микроорганизмов, относятся влажность, температура и свет. Для активного роста и развития микробов необходимо наличие в среде воды. Доступной для них формой является вода в капельно-жидком состоянии. Именно поэтому температурный интервал, в котором возможна жизнь микроорганизмов, ограничен температурами от -2°C (или ниже в средах с высоким осмотическим давлением) до $+100^{\circ}\text{C}$.

Химические факторы. Концентрация водородных ионов оказывает существенное влияние на развитие микроорганизмов. Большинство бактерий предпочитает среды с рН, близким к нейтральному (6,5-7,5). Однако существуют некоторые виды бактерий, хорошо растущих в

щелочной или в более кислой среде. Благоприятной для развития грибов является среда с рН, равным 4-6, а актиномицеты лучше растут в щелочной среде.

Биологические факторы. Различные виды организмов образуют сложные сообщества – биоценозы, представляющие собой не случайное скопление организмов, а организованную систему с многообразными типами взаимоотношений между представителями отдельных видов. Основными типами взаимоотношений между микроорганизмами являются симбиоз, метабиоз и антагонизм.

В процессе водоподготовки природные воды подвергаются различным видам обработки, которые позволяют создать оптимальные условия для быстрого и полного разделения гетерогенной системы, достичь необходимой степени обеззараживания.

Агрегативная устойчивость коллоидных систем определяется не только наличием электростатических сил отталкивания, но и другими факторами, основным из которых является гидратация частиц, т.е. образование на их поверхности оболочек из молекул дисперсионной среды. В гидрофобных золях после достижения пороговых концентраций электролитов наблюдаются явные признаки коагуляции, поскольку происходит сжатие двойного слоя и соответствующее уменьшение гидратных оболочек. Это позволяет коллоидным частицам сближаться на расстояние, при котором энергия из взаимного притяжения превышает энергию теплового (броуновского) движения. Изменение толщины диффузного слоя характеризуется значением электрокинетического потенциала (дзета-потенциала). Чем сильнее размыт диффузный слой, тем выше дзета-потенциал, и, наоборот, при предельном сжатии диффузного слоя дзета-потенциал приближается к нулю. На основании описанного дзета-потенциал можно считать основным критерием полноты протекания процесса коагуляции.

Изучено влияние магнитно-электрической обработки раствора коагулянта на электрокинетический потенциал и адсорбционную емкость гидроксида алюминия в процессе очистки воды [3].

С помощью устройства для магнитной обработки жидкости воздействовали на раствор коагулянта сульфата алюминия магнитным полем, обрабатывали его анодно-растворенным железом и подвергали одновременному воздействию магнитного поля и электрокоагуляции. Магнитно-электрической обработке подвергали 5%-ный раствор сульфата алюминия на модели активатора реагентов [4], напряженность магнитного поля в рабочем зазоре активатора составляла 20-125 кА/м, концентрация вводимого в раствор анодно-растворенного железа изменялась в пределах 300-1800 мг/л, скорость движения золя в рабочем

зоре – 0,05 м/с.

Данные влияния магнитно-электрической активации раствора сульфата алюминия на электрокинетический потенциал золя гидроксида алюминия приведены в таблице.

Эффективность магнитно-электрической активации раствора сульфата алюминия на φ -потенциал золя $Al(OH)_3$

Параметры магнитно-электрической обработки		Снижение электрокинетического потенциала, %	Доверительный интервал a , мВ ($\gamma=0,95$; $n=4$)
напряженность магнитного поля, кА/м	содержание анодно-растворенного железа, мг/дм ³		
56	-	2,1	122,64 < a < 124,37
95	-	5,9	-
135	-	3,1	121,41 < a < 122,92
-	320	3,1	-
-	950	7,6	115,71 < a < 117,62
80	535	9,3	-
95	790	15,8	108,60 < a < 111,49
120	950	20,1	104,93 < a < 106,46

Снижение агрегативной устойчивости коллоидных систем и увеличение адсорбционной емкости гидроксида алюминия при магнитно-электрической активации раствора сульфата алюминия создает предпосылки для интенсификации процесса коагуляции при очистке воды [3].

Из проведенных исследований можно сделать вывод о возможности применения магнитной обработки воды для снижения ее бактериальной загрязненности и повышения эффективности работы систем водоподготовки.

1.Смирнов А.Н., Лапшин В.Б., Балышев А.В., Лебедев И.М., Гончарук В.В. и др. Структура воды: гигантские гетерофазные кластеры воды // Химия и технология воды. Т.27, №2. – К.: Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В.Думанского НАН Украины, 2005. – С.111-135.

2.Куликов Н.И., Найманов А.Я., Омельченко Н.П., Чернышев В.Н., Маслак В.Н., Зотов Н.И. Теоретические основы очистки воды. – Макеевка: ДГАСА, 1999. – 277 с.

3.Сорокина Е.Б., Благодарная Г.И. Влияние активированного раствора коагулянта на гидравлическую крупность коагулируемой взвеси // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 23. – К.: Техніка, 2000. – С.98-99.

4.Пат. №45813 А Україна. Пристрій для активації розчинів реагентів / С.С.Душкін, В.І.Беляєв, К.Б.Сорокіна, Г.І.Благодарна, В.О.Тихонюк. – К., 2002.

Получено 10.11.2006